

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ALEXSANDRO HABIGZANG

**BUSCA DA EFICIÊNCIA GLOBAL PARA REDUÇÃO DO CONSUMO
DE ENERGIA ELÉTRICA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

PATO BRANCO - PR
2017

ALEXSANDRO HABIGZANG

**BUSCA DA EFICIÊNCIA GLOBAL PARA REDUÇÃO DO CONSUMO
DE ENERGIA ELÉTRICA**

Monografia de Especialização apresentada ao Departamento Acadêmico de Mecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Especialista em Engenharia de Produção”.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira

PATO BRANCO - PR

2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco
Gerência de Pesquisa e Pós-graduação
Departamento Acadêmico de Mecânica
II Curso de Especialização em Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

BUSCA DA EFICIÊNCIA GLOBAL PARA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

por

ALEXSANDRO HABIGZANG

Esta Monografia foi apresentada em 24 de março de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção. O(a) candidato(a) foi arguido(a) pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Gilson Adamczuk
Prof.(a) Orientador(a)

Marcelo Gonçalves Trentin
Membro titular

José Donizeti de Lima
Membro titular

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer ao orientador, Prof. Dr. Gilson Adamczuk Oliveira, pela orientação e por dar a oportunidade de desenvolver esta pesquisa.

A toda equipe de professores do curso de especialização da UTFPR, por fornecer e expandir novos conhecimentos.

À minha família pelo incentivo incessante e pelas palavras de conforto nas horas difíceis, que não foram poucas, sem dúvida não conseguiríamos sem o apoio incondicional.

Aos colegas de especialização, pelas experiências compartilhadas e pelos momentos de descontração.

Por fim, a todos que de uma maneira ou outra contribuíram para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado.

“Diga como me medes, que eu te direi como me
comportarei.”

Klipel A.

RESUMO

HABIGZANG, Alexsandro. Busca da Eficiência Global para Redução do Consumo de Energia Elétrica. 2017. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização Engenharia de Produção) – Departamento Acadêmico de Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Pato Branco, 2017.

No universo competitivo e capitalista os recursos energéticos são fundamentais para a indústria e primordial para o sucesso de algumas empresas, sendo um dos principais insumos da indústria. O consumo industrial está crescendo, necessitando, desta forma, do aumento do suprimento de energia elétrica, além de investimentos em geração, transmissão e distribuição para atender com confiabilidade a demanda industrial, apesar de existir alternativas de geração de energia a geração hídrica ainda prevalece como sendo a mais baixa em custos de geração e em um mundo globalizado e competitivo esse recurso é um dos pilares na formação dos custos de produção de muitas empresas, a qualidade de suprimento e os custos são decisivos para a competitividade do produto nacional. Os custos atuais da energia elétrica no Brasil rebaixam cada vez mais a capacidade competitiva das empresas em relação a outros países, potencializando o declínio de crescimento ao qual presencia-se nas últimas décadas, no entanto existem maneiras de se ajustar nesse cenário sem que seja necessários grandes investimentos que em sua maioria são de alto custo e retorno lento, que na maioria das vezes acaba não compensando o desembolso do mesmo. Existem alternativas em que muitos gestores e empresários não conseguem enxergar e absorver para realizar mudanças que podem ser muito significativas, tratasse de uma questão de gestão dos recursos existentes e suas eficiências. Conhecer seus limites e dominar seus recursos onde pode ser a principal chave para o sucesso. Utilizar-se de uma ferramenta de gestão como a Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) pode trazer inúmeros resultados relevantes as empresas com um investimento irrisório.

Palavras-chave: Universo competitivo; Custos de energia elétrica; Eficiência.

ABSTRACT

HABIGZANG, Alexsandro. Search of the Global Efficiency for Reduction of the Consumption of Electric Energy. 2017. 20 f. Course Completion Work (Production Engineering Specialization) - Academic Department of Mechanics, Federal Technological University of Paraná - UTFPR. Pato Branco, 2017.

In the competitive and capitalist universe the energy resources in some sectors but fundamental to the industry is the key to the success of some companies, being one of the main inputs of the industry. Industrial consumption is increasing, thus necessitating an increase in the supply of electricity, as well as investments in generation, transmission and distribution to meet the industrial demand, despite the existence of alternatives to power generation. Being the lowest in generation costs and in a globalized and competitive world this resource is one of the pillars in the formation of the production costs of many companies, the quality of supply and the costs are decisive for the competitiveness of the national product. The current costs of electricity in Brazil increasingly lower the competitive capacity of companies compared to other countries, boosting the growth decline we have witnessed in the last decades; however, there are ways to adjust in this scenario without major investment, which are mostly high cost, and slow return, which most often ends up not compensating the disbursement of it. There are alternatives in which many managers and entrepreneurs cannot see and absorb to make changes that can be very significant, a matter of managing the existing resources and their efficiencies. Know your limits and master your resources where you can be the main key to success. Using a management tool like the OEE can bring countless relevant results to companies with a negligible investment.

Keywords: Competitive universe; Electric energy costs; Efficiency.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1. TOC TEORIA DAS RESTRIÇÕES	18
2.2. STP SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	18
2.3. EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE).....	19
2.4. DISPONIBILIDADE	21
2.5. PERFORMANCE E QUALIDADE.....	21
3. GPT – GESTÃO DO POSTO DE TRABALHO	22
4. METODOLOGIA DE PESQUISA	23
4.1. GESTÃO DO POSTO DE TRABALHO COM BASE NA UTILIZAÇÃO DE OEE.....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
7. REFERÊNCIAS	29
ANEXO A – GESTÃO DO POSTO DE TRABALHO	31

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é como uma Commodity e tem a característica particular de não ser armazenável em grande escala, seja por razões técnicas ou de viabilidade econômica, necessitando ser consumida de imediato. No Brasil, nos períodos de baixa densidade de chuvas, ocorre um forte risco da falta de abastecimento de energia elétrica, ocasionando a necessidade de energias alternativas, como por exemplo, usinas termoelétricas, que têm custos de produção superiores à hídrica (ANNEEL, 2015).

Na constante busca da eficiência pelas indústrias, um fator importante que deve ser considerado é a quantidade de energia elétrica necessária ao seu funcionamento, pois é em geral custo fixo em qualquer setor de atuação. Nesse sentido, “na área industrial, a efficientização energética pode trazer significativa redução de custos, bem como aumento no rendimento energético de equipamentos e instalações, com a consequente melhoria da qualidade dos produtos fabricados” (COPEL, 2005).

Segundo a ANEEL (2015), a partir de 2015, as contas de energia passaram a trazer o sistema de “Bandeiras Tarifárias”. Ainda, segundo a Aneel (2015), o sistema possui três bandeiras: verde, amarela e vermelha e indicam se a energia custa mais ou menos, em função das condições de geração de eletricidade.

Conforme explicam Moellmann *et. al.* (2006), os custos totais de produção da fábrica têm alguns elementos fixos, os quais existem independentemente da quantidade produzida e outros custos existentes variáveis, os quais são os custos que a fábrica tem para cada unidade produzida. Dessa forma, pode-se entender que oscilações de custos não previstos nos gastos gerais de fabricação afetam o desempenho de empresas do ramo industrial. As bandeiras tarifárias podem ser consideradas uma oscilação de custo no presente estudo, pois não há conhecimento com antecedência inferior a 30 dias de qual tarifação será aplicada (ANNEEL, 2015).

Sendo assim, em algumas empresas isso pode ocorrer como determinante em uma decisão de um investimento ou outro. No entanto, existem alternativas para melhorar o consumo de energia elétrica, ao qual pouquíssimas empresas associam, que é a melhoria da eficiência operacional: “se produzir melhor, não será necessária mais energia” (VAN HORNE, 1995).

Para que se possa ter um consumo menor da energia elétrica existem alguns fatores nas indústrias tais como, nicho de mercado que o produto está inserido e a demanda, pois dependendo do produto, o mesmo exige equipamentos e processos específicos e na composição desses processos existem equipamentos modernos que obtém um melhor rendimento e menor consumo e também existe dentro desses processos equipamentos com tecnologia inferiores ocasionando em um custo da manutenção maior e por estrutura do equipamento um maior consumo de energia elétrica ocasionando o baixo desempenho do equipamento. Independentemente de ser um equipamento moderno ou equipamento de tecnologia inferior (LAMBERT, 2006).

São diversos métodos que podem ser utilizados na indústria para mensurar se um determinado processo é eficiente ou não, um método eficaz e muito utilizado é o OEE (Eficiência Global dos Equipamentos). Essa ferramenta é amplamente importante na linha de produção, que possibilita verificar a evolução de ações implementadas nos equipamentos e eventuais falta de peças ou retrabalhos, permitindo assim uma análise crítica e detalhada sobre os processos de produção (MOELLMANN *et. al.*, 2006).

Portanto, o OEE tem como objetivo mensurar a disponibilidade dos equipamentos, a performance de produção quando o equipamento está em operação e a qualidade dos produtos que estão sendo processados. No entanto a especificidade de cada processo e equipamentos tem uma variância de performance dos mesmos, mas o OEE pode ser utilizado em ambos e em diversos setor e processos que não somente uma linha de produção (HANSEN, 2006).

Esse trabalho tem como objetivo demonstrar a ferramenta do OEE como gerenciamento da rotina de trabalho para melhorar os índices de disponibilidade, eficiência e qualidade, buscando um melhor aproveitamento da utilização dos equipamentos, assim reduzindo o consumo de energia dos memsos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. TOC TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Segundo Junico (2008), a geração da TOC, na área de interesse da administração da produção, foi concebida a partir de uma óptica dedutiva, tendo como pressuposto implícito a utilização da teoria geral de sistemas, o que é coerente com a formação profissional da personagem que formulou, Eliyahu Goldratt, um doutor em física.

Goldratt (2002) propôs, para a construção da TOC, um pequeno número de princípios (hipóteses) gerais, a partir dos quais tornar-se-ia possível derivar uma série de consequências práticas sobre diferentes situações da realidade empírica em estudo, ou seja, a partir de diferentes condições de contorno do problema a ser equacionado. Uma lógica do tipo dedutiva implica na geração de medidores que possibilitam o falseamento das hipóteses formuladas.

Partir da necessidade de formulação e explicação de uma meta global para o sistema empresa – objeto principal em análise – é o caminho proposto pela TOC. Goldratt (1996) parte de uma lógica de sistemas, o que pode ser explicitado pela famosa frase “A soma dos ótimos locais é diferente do ótimo global do sistema”. A partir de uma óptica baseada na visão de sistemas, Goldratt utiliza a lógica da indução socrática como forma de aprendizado para chegar ao estabelecimento da meta global da empresa, meta à qual o subsistema de produção deve subordinar-se e apoiar estrategicamente.

2.2. STP SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (STP) tem como objetivo central em capacitar as organizações para responder com rapidez às constantes flutuações da demanda, através do alcance efetivo das principais dimensões da competitividade, flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação. Observa-se que empresas brasileiras têm experimentado algumas características e métodos do STP, tais como Kanban e o Just In Time (JIT), sem compreender a verdadeira essência do básicas de sistema de produção. Shingo (1989) deixa transparente que o STP foi construído utilizando-se simultaneamente uma teoria geral de produção e uma testagem empírica da teoria via uma lógica do tipo tentativa e erro. Sistema Toyota de

Produção é um sistema de produção, Kanban, JIT, Troca Rápida de Ferramenta (TRF) entre outras são técnicas para implementação do STP. Segundo Ohno, (OHNO, 1988) e Shigeo Shingo (SHINGO, 1981) são sete as grandes perdas a serem perseguidas incessantemente na lógica do Sistema Toyota de Produção:

- 1 - Perdas por Superprodução;
- 2 - Perdas por Transporte;
- 3 - Perdas no Processamento em Si;
- 4 - Perdas por Fabricação de Produtos Defeituosos;
- 5 - Perdas no Movimento;
- 6 - Perdas por Espera;
- 7 - Perdas por Estoque;

A proposta de Shigeo Shingo é que estas 7 perdas devem ser atacadas de forma simultânea e articulada. Propõe, também, que elas podem ser melhor visualizadas e compreendidas a partir do "Mecanismo da Função de Produção". A seguir, apresenta-se a conceituação das 7 perdas, relacionando-as com o "Mecanismo da Função de Produção".

“As competências de gestão da produção desenvolvidas no período adverso da década de 1950 pelos produtores japoneses, particularmente no sistema Toyota de Produção (STP), foram decisivas para o sucesso futuro dessas companhias. Taiichi Ohno, um dos principais artífices do STP, sentenciou: “a necessidade é a mãe da invenção” (Ohno, 1997)” (JUNICO, 2008).

2.3. EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE)

OEE é um indicador utilizado para medir a eficiência global. São várias as métricas que podem ser utilizadas na indústria para avaliar se algum processo é eficiente ou não. Tradicionalmente em programas de TPM (Manutenção Produtiva Total) utiliza-se muito o indicador OEE (Eficiência Global dos Equipamentos). Nos últimos anos, o indicador de OEE proposto na metodologia TPM, vem sendo aplicado por diversas empresas de produção em série e apresentando resultados significativos. Com este indicador OEE é possível verificar o quanto a empresa está utilizando os recursos disponíveis (máquinas, mão-de-obra e materiais) na

produção. A grande vantagem desse indicador é que ele desmembra a eficiência nos três indicadores que a compõe (disponibilidade, performance e qualidade).

“Quando a liderança proativa conduz as melhorias tanto nas atividades de produção como nas não-produtivas, o aumento da eficiência em todo o trabalho melhora o limite operacional. Quando o foco está somente na produção e as atividades não-produtivas são ignoradas ou subvalorizadas, práticas de trabalho mal executadas evoluem para o trabalho fora da linha, as quais eventualmente impactam na OEE”. (HANSEN, 2006).

O OEE fornece dados para a tomada de decisão estratégica e também para análise das operações gargalo, ou seja, aquelas que restringem a produção em determinada linha de fabricação ou de todas as linhas de fabricação (MOELLMANN *et. al.*, 2006). Através do OEE a alta gestão consegue visualizar a real capacidade da fábrica em atender a demanda, auxiliando em decisões. Assim sendo, uma pequena melhoria no OEE pode proporcionar uma grande melhoria no resultado da fábrica, tanto de funcionalidade e qualidade, como também financeira, o ganho de um ponto percentual no OEE pode representar de três a sete pontos percentuais a mais no resultado financeiro. Moellmann (2006) ainda apresenta a forma de calcular este indicador, desde o cuidado com a correta tomada de tempos de ciclo das operações até às fórmulas que devem ser utilizadas, apresentando um resultado da capacidade da linha de produção como um todo.

O cálculo do indicador OEE envolve três fatores: disponibilidade, eficiência e qualidade. A disponibilidade é dada pela porcentagem do tempo em que o equipamento é utilizado efetivamente em atividade produtiva. Essa medida aponta todas as perdas por avarias, troca de ferramentas, manutenção preventiva e corretiva, e quaisquer outras paradas de produção. A eficiência da máquina ou da operação, segundo fator do indicador OEE, é dada pela relação percentual entre a produção real e a produção padrão, ou ainda, pela relação percentual entre o tempo padrão da operação e seu tempo real de execução. E a qualidade é medida pela porcentagem de peças produzidas pela máquina que cumpriu todos os requisitos e exigências de qualidade (MOELLMANN, 2006).

Seguindo essa linha de raciocínio, é possível observar que, quanto mais próximo de 1 for o indicador OEE, mais eficiente será a linha de produção.

2.4. DISPONIBILIDADE

É o percentual do tempo que o equipamento estava trabalhando, comparado ao total do tempo disponível para ser utilizado. O tempo de parada pode ser classificado em:

Paradas planejadas: como por exemplo, intervalo no almoço, manutenção planejada, fim de semana e feriados.

Paradas não planejadas: como por exemplo, as quebras das máquinas, falta de matéria prima, falta de operador e entre outros.

As paradas planejadas não influenciam no indicador de disponibilidade (OEE) e compõem um outro indicador: a Produtividade Efetiva Total dos Equipamentos (TEEP).

2.5. PERFORMANCE E QUALIDADE

Performance é a relação entre a velocidade real que o equipamento operou com a velocidade padrão que ele deveria operar. A perda por performance é o tempo em que a máquina ficou trabalhando abaixo da velocidade ou ritmo adequado, podendo ser:

- Perda por pequenas paradas.
- Perdas por queda de velocidade.

As perdas causadas pela performance são muito difíceis de serem observadas de forma manual ou visual, devido aos tempos de ciclo muito curtos e pequenas variações no processo.

Normalmente as empresas não tem como calcular corretamente essa perda e fazem o cálculo da perda de performance de forma aproximada.

Porém, o conhecimento dessa perda é de extrema importância, pois grande parte das empresas utiliza o tempo padrão para o cálculo do custo da peça e para o cálculo da ocupação fabril mediante o plano de produção.

Já a qualidade é a relação entre o tempo de produção total pelo tempo perdido com a fabricação de peças defeituosas. Pode ser representada como “Perdas por refugo ou retrabalhos”.

Portanto o OEE permite analisar separadamente as atividades que influenciam a eficiência, e que, se consideradas juntas, poderiam mascarar os resultados.

Por exemplo, considera-se que o objetivo de um operador é produzir 1000 peças em um turno de 8 horas, se ele consegue dobrar a velocidade do equipamento e produzir as 1000 peças em 4 horas, portanto ele poderá ficar com a máquina parada as próximas 4 horas que no fim do turno ele irá atingir a meta, qual será o OEE?

Neste caso, o OEE será 100%. Com disponibilidade de 50% e performance de 200% o que indica que tem alguma coisa errada! Percebeu que ao analisar somente o OEE o gestor não consegue identificar como o processo se comportou, por isso é essencial analisar os três indicadores (Disponibilidade, Performance e Qualidade).

3. GPT – GESTÃO DO POSTO DE TRABALHO

Segundo Klippel (2003), a GPT de uma Organização é uma das questões relevantes no âmbito da Gestão da Produção, compreendendo aspectos relacionados a problemática das Rotinas e Melhorias dos Postos de Trabalho. Em tempos modernos, o conceito de Sistema e suas implicações vêm alterando a forma de pensar os Sistemas Produtivos. Os conceitos, princípios e técnicas do STP e da TOC evidenciaram a necessidade de modificar a forma como os Postos de Trabalho vêm sendo gerenciados nas Organizações.

GPT no tratamento do problema, tendo como base os modernos princípios e técnicas ligadas a Administração e Engenharia de Produção. Algumas questões importantes envolvem a operação de um Posto de Trabalho, uma vez que muitos fatores e relações influenciam o comportamento dos recursos produtivos. As relações sistêmicas do Posto de Trabalho tendem a envolver diversos setores da Empresa bem como seus respectivos profissionais. As principais áreas envolvidas são: i) Produção; ii) Qualidade; iii) Processo; iv) Manutenção; v) Segurança; vi) Melhorias. Na prática, observa-se o envolvimento de todos os profissionais em um dado Posto de Trabalho. É essencial, portanto, alinhar as ações destes profissionais no sentido do atingimento de um objetivo comum. Assim, a gestão de um Posto de Trabalho deve considerar ações tais como: i) focalizar as ações de gestão das

rotinas e melhorias nos recursos críticos; ii) utilizar um medidor de eficiência nos Postos de Trabalho Críticos que permita e estimule a integração entre todos os setores envolvidos; iii) realizar planos de melhorias sistêmicos, unificados, visando atingir os resultados globais da Empresa pretendidos pela Empresa; iv) avaliar os Postos de Trabalho Críticos levando em consideração os indicadores e os respectivos Planos de Ação de melhorias. Desta forma, as ações concretas de melhorias nos Postos de Trabalho pressupõem uma ação conjunta e alinhada dos responsáveis por: processo, manutenção, troca rápida de ferramentas, qualidade, produção, ergonomia, etc. Neste sentido é preciso “romper” as lógicas segmentadas, tipicamente associadas às noções tayloristas, de tratamento do problema da GPT nas Organizações. Um exemplo de GPT está disponível no ANEXO A – GESTÃO DO POSTO DE TRABALHO.

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

Para a elaboração do presente trabalho foi realizado uma pesquisa teórica, sendo efetuada uma revisão da literatura acerca do método de Eficiência Global dos Equipamentos (OEE).

Posteriormente, foi realizada uma implementação do método baseado no estudo de Klippel (2003), Aumento da eficiência operacional através da abordagem de Gestão dos Postos de Trabalho (GPT), A concepção geral que norteia a abordagem de Gestão dos Postos de Trabalho – GPT consiste em incrementar a utilização dos ativos (equipamentos, instalações e pessoal) nas Organizações, visando a otimização dos mesmos, aumentando a sua capacidade e a flexibilidade da produção, sem que seja necessária a realização de investimentos adicionais em termos de capital. Um aspecto bastante importante diz respeito à concepção de um Método simples no qual se insere a abordagem GPT. Este Método simples está baseado em conceitos teóricos da TOC e do STP e, simultaneamente, sustentado por dados e fatos retirados de aplicações reais em Empresas – no caso do presente artigo, uma empresa do Setor Alimentício. Em linhas gerais, a abordagem GPT segue os seguintes passos: (1) identifica os recursos produtivos críticos na fábrica (Gargalos, CCRs (*Capacity Constraints Resources*), RPQs (Recursos com Problemas de Qualidade), etc.) utilizando a base conceitual da Teoria das Restrições

– TOC; (2) faz a mensuração do Índice de Eficiência Global destes recursos críticos; (3) identifica as principais causas de ineficiência dos equipamentos e (4) utiliza as técnicas consagradas pelo Sistema Toyota de Produção – STP para aumentar de forma significativa as eficiências globais dos equipamentos e, simultaneamente, através da redução dos tempos de preparação, aumenta a flexibilidade da produção para atender as necessidades do mercado e diminuição das horas trabalhadas.

4.1. GESTÃO DO POSTO DE TRABALHO COM BASE NA UTILIZAÇÃO DE OEE

GPT - Gestão do posto de trabalho, gerir os recursos gargalos pontuando as paradas baseadas nas tipologias de paradas para gerar paretos que identifiquem as falhas para tomada de ações com o objetivo de minimizar as perdas de produção aumentando a eficiência dos gargalos e consecutivamente a eficiência global. Minimizar a utilização de um determinado equipamento ou processo e torna-lo eficaz para reduzir sua utilização e o consumo de energia elétrica.

Em termos do Processamento do Sistema é necessário calcular as eficiências destes Postos de Trabalho, realizado a partir do cálculo do Índice de Rendimento Operacional Global - IROG. O cálculo do IROG é feito considerando: a) Se o Posto de Trabalho é um recurso gargalo. Neste caso, o indicador da eficiência global do equipamento é denominado de TEEP - Produtividade Efetiva Total do Equipamento (Total Effective Equipment Productivity), sendo que o tempo considerado para o cálculo da eficiência deve ser o tempo total. Isto se explica pelo fato de que, sendo o posto de trabalho um gargalo, todo o tempo disponível deve ser utilizado na produção; b) Se o Posto de Trabalho é um recurso crítico não gargalo (CCRs, RPQs ou outros recursos da fábrica). Neste caso, o indicador da eficiência global do equipamento é denominado de OEE - Índice de Eficiência Global (Overall Equipment Efficiency), sendo que o tempo considerado no cálculo da eficiência deve ser o tempo disponível (obtido pela diferença entre o tempo total e o tempo das paradas programadas). Este índice indica a eficácia do equipamento durante o tempo de operação programado (KLIPPEL, 2003).

Suponha-se que uma linha de produção é programada produção para 10 horas por dia. Em um dia normal de operação, essa linha de produção tem uma parada programada para refeição, por exemplo. Imagine que ocasionalmente no dia, ocorra uma falha em um dos equipamentos dessa linha de produção fazendo com que o equipamento fique em manutenção corretiva por 2 horas, e durante a produção obteve-se a necessidade de abastecimento de matéria prima e somando todas as paradas de abastecimento obteve-se mais 1 hora de parada de máquina,

além dessas paradas a linha de produção ficou aguardando ½ hora o almoxarifado pagar um dos itens da ordem que faltou no meio da produção. Com esses dados é possível calcular a disponibilidade do equipamento nesse determinado dia:

- Tempo Disponível = 10 horas
- Tempo de Parada Programada = 1 hora
- Tempo Disponível Total = 9 horas
- Tempo Total de Paradas Não Programadas = 3,5 horas
- Disponibilidade = $3,5/9 = 0,388 \times 100 = 38,8\%$

Continuando a usar o exemplo da linha de produção, suponha-se que a linha de produção está configurada para produzir 60 peças por hora (Tempo de Ciclo ou Standard Time) e o tempo real disponível para a produção seja de 5,5 horas. Acompanhando o dia de produção, no final do dia, verificou-se que a quantidade de peças produzidas foi de 270 peças. A performance neste dia para esse caso foi:

$$\boxed{\frac{P}{B}} \text{ Performance} = 270 / (5,5 \times 60) = 0,818 \times 100 = 81,8\%$$

Novamente utilizando o exemplo da linha de produção, trabalhando 10 horas por dia com parada programada de 1 hora, constatou-se no dia analisado que a máquina produziu 270 peças, porém 20 peças foram necessárias um retrabalho. Agora, calcula-se o índice de qualidade neste dia:

$$\boxed{\frac{P}{B}} \text{ Qualidade} = (270-20) / 270 = 0,925 \times 100 = 92,5\%$$

Com os 3 índices calculados, é possível fazer o cálculo do OEE para a linha de produção através da fórmula:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} = 0,388 \times 0,818 \times 0,925 = 0,293 \times 100 = 29,35\%$$

De acordo com Nakajima (1989), as empresas que obtiverem o valor do indicador OEE maior que 85% devem ser premiadas como prêmio TPM *Award*. Um indicador de OEE 85% deve ser tido como meta ideal para os equipamentos. Percebe-se que o indicador de OEE no exemplo acima (da linha de produção), apresentou um valor abaixo de 50% (29,35%), o que mostra um desempenho insatisfatório da linha de produção. Hansen (2006) destaca que valores de índice de

OEE inferiores a 60% são inaceitáveis e significa que a empresa está desperdiçando dinheiro.

Considerando-se um OEE de 85% para essa linha de produção e a mesma atingisse esse índice, seria necessário somente 5 horas para realizar a mesma produção que a realizou, seriam 5 horas de consumo de energia ao invés das 10 horas de consumo de energia elétrica gerando uma economia de 50% no custo de consumo de energia elétrica se o índice se mantivesse por todo um mês de redução.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quando o indicador de OEE apresenta um valor inferior a 65%, o que é considerado “inaceitável” aos parâmetros produtivos, faz-se necessário a compreensão dos gráficos de Pareto dos modos de paradas, para identificar os maiores detratores e criar planos de ações para solucionar as paradas e minimizar as perdas de eficiência.

As paradas podem ser por diversos fatores, como, manutenção, ajuste de máquina, abastecimento, refeição, falta de matéria prima, falta de programação entre diversos outros, aqui um detalhe importante, o ideal de tipologias de paradas para um processo e ou equipamento é que não ultrapasse dezesseis tipologias de paradas, o quanto menos melhor, pois demonstra uma maturidade do processo e ou equipamento.

Assim conhecendo o processo e detalhando as tipologias de paradas encontra-se a melhor forma de trabalho do processo e ou equipamento, pois tendo-se o domínio dos detalhes podemos trabalhar antecipadamente na prevenção das paradas ocasionando assim uma melhor eficiência dos processos e ou equipamentos.

Se conseguirmos elevar um OEE de 24% para 60%, será um resultado bastante expressivo, mas por um médio período o resultado atingido se manterá e ficará cada vez mais desafiador seguir crescendo no indicador, é nesse momento que observasse novas oportunidades de melhorias fazendo o ciclo do PDCA (*Plan Do Check Action*) girar, com o mapeamento e ação efetiva o resultado será atingido. Assim quando na maioria das empresas se utilizam os equipamentos ao máximo para que se “paguem”, não percebem que estão gerando estoques desnecessário, desgaste dos equipamentos, tornando a manutenção mais custosa,

e consumindo energia elétrica desnecessariamente, pois se é necessário produzir um determinado número de peças, acreditam que a eficiência está no limite, o máximo que utilizar os equipamentos é o mais certo a fazer, mas não, o mais correto a fazer é aplicar uma ferramenta de gestão para acurar a real eficiência desse recurso e observar os resultados para tomada de decisões.

Quando se utiliza um equipamento e não se monitora com ferramentas e ou métodos de gerenciamento de recursos, não se sabe o potencial de cada, por tanto, com a utilização do OEE como ferramenta de gestão de recursos, onde pode-se ter todos os detratores apontados minuciosamente, conhecendo cada detalhe do equipamento e da operação, pois cada segundo é contabilizado, considera-se ter gestão desse posto, processo ou equipamento em nossas mãos. Se podemos trabalhar meio período e produzir a mesma quantidade de peças que se leva para produzir em um período inteiro, por que não? Com informações adequadas e precisas, aumentam-se significativamente a qualidade das análises e as possíveis ações corretivas, ocasionando que a empresa entre em um regime de processo contínuos de melhoria e ganhar poder competitivo buscando atingir sua eficiência global.

Os indicadores de OEE devem ser monitorados e discutidos diariamente, pois demonstram os objetivos da alta Direção da empresa e expõe as iniciativas dos colaboradores. Dessa forma, inicia-se um processo contínuo em busca do alcance máximo do desempenho operacional, as informações fluem facilmente pelos níveis hierárquicos da empresa, envolvendo os mesmos e promovendo com que o negócio da empresa evolua constantemente e o custo reduza continuamente. A empresa ganha competitividade e seus colaboradores em qualidade na execução das tarefas podendo realizar e com satisfação seus resultados além da qualidade de vida.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a utilização do GPT, baseado no OEE considerando o IROG, realizando a gestão correta dos postos de trabalho sendo os mesmos gargalos, equipamentos ou processos conhecendo seus principais detratores, realizando as ações corretas de cada tipologia, realizando o acompanhamento da engenharia com foco e determinação nos resultados, conclui-se que é perceptível os potenciais resultados utilizando a metodologia do GPT. Quando se obtém o domínio das informações e a

sabedoria das tomadas de decisões pode-se concluir que é de extrema importância que a empresa saiba quanto um ponto percentual pode representar no seu resultado líquido, pois projetos de melhoria de produtividade, muitas vezes, são deixados de lado pela falta de conhecimento dos lucros que essas melhorias proporcionaram à empresa. Em muitos casos as pequenas ações podem se tornar vitais no futuro, as empresas não devem reduzir o quadro de colaboradores logo como primeira opção, pois esses colaboradores com o devido envolvimento podem contribuir de forma a alavancar os ganhos com a produtividade e com o melhor uso dos recursos físicos como os naturais, por exemplo o tratado aqui como a energia elétrica. O objetivo se deve a questão de associar o aumento da eficiência global dos equipamentos à melhor utilização dos mesmos para a diminuição do consumo de energia elétrica e otimizar a utilização da mão de obra especializada. Outros conceitos da filosofia *Lean Thinking* também devem ser aplicados com maior frequência, como por exemplo, o *Kaizen* para ter sempre em mente a melhoria contínua e ter maior aproveitamento das linhas de produção. O treinamento dos funcionários também é um item importante para se aumentar a eficiência da empresa, reforçando o que já foi descrito anteriormente de abolir o pensamento de redução do quadro de funcionários como primeira opção para redução de custos, pois tornar os operadores em operadores multifuncionais seja uma opção de ganhos extraordinários para a empresa, pois não terá rotatividade, não desprenderá de investimentos para treinamentos e poderá remunerar melhor seus colaboradores. Como sugestão fica o desafio do conhecimento para aplicação do GPT com base no OEE de qualquer recurso gargalo, processo e ou serviço que possa ser mensurado suas perdas de produtividade.

7. REFERÊNCIAS

Hansen, Robert C. **Eficiência global dos equipamentos : uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros** / Obert C. Hansen ; tradução Altair Flamarion Klippel. – Porto Alegre: Bookman, 2006. 264 p.

Antunes Junico. **Sistema de produção : conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta / Junico Antunes.** – Porto Alegre : Bookman, 2008. 328 p.

Shingo, Shigeo. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção.** / Shigeo Shingo; tradução Eduardo Schaan. 2. Ed. – Porto Alegre : Artmed, 1996. 296p.

Ohno, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala** / Taiichi Ohno: trad. Cristina Schumacher – Porto Alegre: Bookman, 1997. 137p.

Goldratt, Eliyahu M.,1948 – **A Meta : um processo de melhoria continua** / Eliyahu M. Goldratt, Jeff Cox; tradução de Thomas Cobett Neto. – São Paulo : Nobel, 2002.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Tarifas Consumidores – Bandeiras Tarifárias. 2015.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/bandeira-tarifaria/654800?inheritRedirect=false> Acesso em jun. 2016.

COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA, COPEL. **Manual de Eficiência Energética na Indústria.** Edição Novembro de 2005. Disponível em: <[http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/\\$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf](http://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual/$FILE/manual_eficiencia_energ.pdf)>. Acesso em jun. 2016.

Klippel, Altair Flamarion. **Estratégia de Gestão dos Postos de Trabalho – Um Estudo de Caso na Indústria de Alimentos.** 2003. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0103_0528.pdf > Acesso em Mar. 2017.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance.** São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

INEE. Instituto Nacional de eficiência Energética. **Conceito.** Março de 2017. Disponível em < http://www.inee.org.br/eficiencia_o_que_eh.asp?Cat=eficiencia > Acesso em Mar de 2017.

Van Horne, J. C. (1995). **Financial management and policy** (10a ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Lambert, R. A. (2006). **Agency theory and management accounting. Handbook of Management Accounting Research**, 1(6), 247-268. doi: 10.1016/S1751-3243(06)01008-X.

OEE. Efetividade Global dos Equipamentos. **Artigos e Ferramentas**. Março de 2016. Disponível em < <http://www.oeec.com.br/ferramenta/> > Acesso em Mar de 2017.

KAISEN. Kaisen Institute. **Livros**. Março de 2017. Disponível em < <https://br.kaizen.com/publicacoes/livros.html> > Acesso em Mar de 2017.

Linker, Jeffrey K. **O Modelo Toyota : manual de aplicação** / Jeffrey K. Liker, David Meier ; tradução Lene Belon Ribeiro. – Porto Alegre : Bookman, 2007. 432p.: il. P&b; 25 cm.

ANEXO A - GESTÃO DO POSTO DE TRABALHO.

